植 物 分 类 学 报 45 (3): 353–358 (2007)
Acta Phytotaxonomica Sinica
doi:10.1360/aps06109
http://www.plantsystematics.com

中国淡水微囊藻三个新记录种

虞功亮 李仁辉*
(中国科学院水生生物研究所 武汉 430072)

Three newly recorded species of *Microcystis* (Cyanophyta) from China

YU Gong-Liang LI Ren-Hui*
(*Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences*, Wuhan 430072, China)

Abstract About 50 species of *Microcystis* so far have been reported in the world, and 19 species were described in China. During our recent investigations for water-bloom forming blue-green algae in China, a diverse group of *Microcystis* species occurring in some waters can be easily observed. Among these species, some have never been described in China. The present paper reported three newly recorded species of *Microcystis*: *M. novacekii* (Komárek) Compère 1974, *M. smithii* Komárek & Anagnostidis 1995, and *M. botrys* Teiling 1942.
Key words Cyanophyta, *Microcystis*, *Microcystis novacekii*, *Microcystis smithii*, *Microcystis botrys*, new record, China.

摘要 迄今为止, 全球范围内报道了约50种微囊藻*Microcystis*, 中国记录报道的有19种, 但一些描述仍较模糊。最近在云南滇池、武汉东湖和南湖、北京、浙江杭州和绍兴等地野外调查中发现一些微囊藻水华含有较高的多样性, 其中有3种微囊藻在中国尚未报道: *M. novacekii* (Komárek) Compère 1974, *M. smithii* Komárek & Anagnostidis 1995和*M. botrys* Teiling 1942。本文对这3个新记录种进行形态特征描述。
关键词 蓝藻门; 微囊藻属; 挪氏微囊藻; 史密斯微囊藻; 放射微囊藻; 新记录; 中国

富营养化水体中水华现象已经成为全世界最严重的水环境问题之一。作为一个高频率形成水华的单细胞群体蓝藻类群, 以及它所形成的毒素和异味物质对水环境和人类健康存在威胁, 微囊藻被广泛研究。在微囊藻属的分类学和多样性研究方面, 迄今为止, 全球范围内报道了约50种微囊藻, 其中Geitler (1932)报道32种, Desikachary (1959)报道18种, Komárek和 Anagnostidis (1999)报道约30种。而中国陆续记录报道的有19种, 其中《中国淡水藻类》(胡鸿钧等, 1980)记载5种, 《中国淡水藻志・色球藻纲》(朱浩然, 1991)记载17种, 李仁辉等(1993)报道1新记录种, 何家菀等(1996)报道1新记录种。尽管如此, 我国关于微囊藻属的描述仍存在许多模糊的地方。一方面是因为在我国多数人鉴定藻类主要还是采用《中国淡水藻类》作为参考书, 而该书只描述了5种微囊藻; 另一方面是因为有关微囊藻的研究主要集中在生理、生态学及毒理学等方面。因而我国在微囊藻的分类学和物种多样性研究方面较为薄弱。最近, 我们在云南滇池、武汉东湖和南湖、北京、浙江杭州和绍兴等地野外调查中发现在一些发生蓝藻水华的水体中存在多种微囊藻, 有

2006-07-03 收稿, 2006-12-06 收修改稿。
基金项目: 中国科学院领域前沿项目资助(055102-1-501); 科技部 863 计划项目资助(2005AA60101005)(Supported by the Frontier Research Project of the Chinese Academy of Sciences, Grant No. 055102-1-501, and 863 Program of the Ministry of Science and Technology, Grant No. 2005AA60101005.)
* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail: reli@ihb.ac.cn)。

时在同一水体中就有很高的多样性。在这些微囊藻中，有3种微囊藻在中国尚未报道。本文对这3个中国新记录种的形态特征以及生活环境进行报道。

1. 挪氏微囊藻 图1: A, B

Microcystis novacekii (Komárek) Compère 1974 Fig. 1: A, B

M. novacekii (Komárek) Compère 1974, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 231, fig. 302. 1999.——*Diplocystis novacekii* Komárek 1958, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 231, fig. 302. 1999.

Anacystis marginata (Meneghini) 1837 sine typo, sensu Rabenhorst 1865 et auct. Post.; *Microcystis marginata* (Meneghini) Kützing 1846 excl. type; *Microcystis aeruginosa* f. *marginata* (Meneghini) Elenkin 1938 sine typo, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 231, fig. 302. 1999.

Anacystis montana f. *montana* Drouet & Daily 1956, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 231, fig. 302. 1999.

群体球形或不规则球形，自由漂浮。群体团块较小，直径一般在50–300 μm。群体之间通过胶被连接，堆积成更大的球体或不规则的群体，一般为3–5个小群体连接成环状，但群体内不形成穿孔或树枝状。胶被无色或微黄绿色，无折光，易溶且不明显。胶被离细胞边缘远，距离5 μm以上。胶被内细胞排列不十分紧密，外层细胞呈放射状排列，少数细胞散离群体。细胞球形，直径3.7–5.8 μm，平均为4.9 μm，其大小介于水华微囊藻*M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner与铜绿微囊藻*M. aeruginosa* Kützing之间。细胞原生质体黄绿色或浅黄色，有气囊(gas vesicle)。

采集地的环境数据：水温11–20 ℃，透明度30–65 cm，pH 7.62–8.70，溶解氧0.23–4.76 mg/L。

该种为淡水浮游种类，常发生在中营养型或富营养型的湖泊、池塘、水库等水体中，有时可形成或参与形成水华。Komárek和Anagnostidis (1999)认为该种普遍见于整个热带，偶见于温带，特别是夏季。但我们的调查表明，该种在云南滇池常年可见，在武汉的一些池塘、北京的河道中也常见。Otsuka等(2000)的记录表明该种在亚洲广泛分布，如1996年7月在中国内蒙古采集到该种，藻株编号CC2，但没有对该中国标本的野外形态、环境和具体产地进行描述。由此可见该种也可能是广温种。Komárek (1991)记录该种的细胞直径为(2.4) 3–5.5 (6) μm。我们的记录与之没有差异。

分布：中国云南(滇池)、湖北(武昌)、北京(护城河和北海)、浙江(杭州和绍兴)、内蒙古，日本琵琶湖，韩国Seo-Nakdong河，泰国Chon Bri，英国苏格兰。

2. 史密斯微囊藻 图2: C, D

Microcystis smithii Komárek & Anagnostidis 1995 Fig. 2: C, D

M. smithii Komárek & Anagnostidis 1995, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 229, fig. 299. 1999.

Aphanocapsa pulchra (Kützing) Rabenhorst 1865, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 229, fig.

299: a–c. 1999.

Microcystis grevillei sensu G. M. Smith 1920 (planktic form); *Microcystis grevillei* f. *pulchra* (Kützing) Elenkin 1936 sensu auct. Post.; non *Microcystis pulchra* Flotow 1842; *Aphanocapsa grevillei* (Kützing) Rabenhorst 1865 (planktic form), H. J. Chu in Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis. Tomus II Chroococcophyceae 24, pl. IV, fig. 1. 1991.

群体球形或近球形, 自由漂浮。群体内不形成穿孔或树枝状, 团块较小, 直径一般在30 µm以上, 有的可以超过1000 µm。胶被无色或微黄绿色, 易见, 无折光, 易溶解。胶被离细胞边缘远, 距离5 µm以上。胶被内细胞围绕胶被稀疏而有规律地排列, 细胞单个或成对出现。细胞间隙较大, 一般远大于其细胞直径。细胞球形, 较小, 直径3.0–6.0 µm, 平均为4.3±0.73 µm, 其大小介于水华微囊藻与铜绿微囊藻之间, 大于坚实微囊藻*M. firm* (Kützing) Schmidle。细胞原生质体蓝绿色或茶青色, 有气囊。

采集地的环境数据: 水温11–20 ℃, 透明度30–65 cm, pH 7.62–8.70, 溶解氧0.23–4.76 mg/L。

该种为淡水浮游种类, Komárek和Anagnostidis (1999)认为它常发生在清洁的湖泊中。但我们的调查表明, 该种能出现在云南滇池这种富营养型的湖泊中, 而且常年可见, 在武汉的一些微囊藻水华池塘中也能发现。由此可见该种不局限于清洁水体。

Komárek和Anagnostidis (1999)认为*Aphanocapsa pulchra* (Kützing) Rabenhorst 1865和*M. smithii* Komárek & Anagnostidis 1995是同一物种, 且G. M. Smith (1920)、Seckt (1922)、Rayss (1944)、Gonzalves和Kamat (1958)、Golubic (1960、1967)、Rino (1969)、Tiwari (1975)的描述也都是*M. smithii*, 并指出还有许多其他文献中描述的*A. pulchra*需要修订, 但没有说明Geitler (1932, p. 159, fig. 69g)和Desikachary (1959, p. 132, Pl. 21, fig. 2)所描述的*A. pulchra*是否和*M. smithii*是同一物种。在《中国淡水藻类》和《中国淡水藻志 • 色球藻纲》中都记录有美丽隐球藻*A. pulchra*, 都归在隐球藻属*Aphanocapsa* Nägeli 1849, 根据其描述, 美丽隐球藻*A. pulchra*没有气囊。这与Geitler (1932)和Desikachary (1959)是一致的, 均以*Aphanocapsa pulchra* (Kützing) Rabenhorst 1865为模式种。综上所述, 气囊的有无是重新归属2个物种的重要特征。由于我们没有见到无气囊的美丽隐球藻*A. pulchra*, 所见均为有气囊的*M. smithii*, 因而无法确认《中国淡水藻类》和《中国淡水藻志 • 色球藻纲》中记录的*A. pulchra*是否与*M. smithii*同物异名。Komárek和Anagnostidis (1999)将Hindák和Moustaka (1988)的*Aphanocapsa* cf. *pulchra* (Kützing) Rabenhorst (Hindák & Moustaka. in. Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50–53: 503–504, fig. 3: 3–5. 1988; Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 229, fig. 299: d. 1999.)归为*M. smithii*, 本文认为值得商讨, 因为该种明确描述是没有气囊的, 因此该种不应是微囊藻。

Komárek和Anagnostidis (1999)还认为*Aphanocapsa grevillei* (Kützing) Rabenhorst 1865的浮游类型和*M. smithii* Komárek & Anagnostidis 1995是同一物种, 该类型也具有气囊。《中国淡水藻志 •色球藻纲》中记录的格氏隐球藻*A. grevillei* (p. 24, pl. Ⅳ, fig. 1. 1991)存在水陆两生型, 其中水生型为浮游类型。根据其描述, 该种的浮游类型也可能是*M. smithii*。

分布: 中国云南(滇池)、湖北(武昌), 美国, 阿根廷, 欧洲的波兰(Lublin)、希腊, 以及

非洲的近海岸。

3. 放射微囊藻 图3: E, F

Microcystis botrys Teiling 1942 Fig. 3: E, F

M. botrys Teiling 1942, Komárek & Anagnostidis in Ettl et al., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1 (Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales), 228, fig. 298. 1999.

群体球形或近球形, 自由漂浮。群体直径一般在50–200 μm以上。群体之间通过胶被连接, 堆积成更大的球体或不规则的群体, 不形成穿孔或树枝状。胶被无色或微黄绿色, 胶被明显但边界模糊, 无折光, 易溶解。胶被不密贴细胞, 距离2 μm以上。胶被内细胞排列较紧密, 呈放射状排列, 外层有少数细胞独立且稍远离群体。细胞球形, 直径4.3–6.5 μm, 平均为5.4 ± 0.5 μm, 其大小介于水华微囊藻与铜绿微囊藻之间。细胞原生质体蓝绿色或浅棕黄色, 有气囊。

采集地的环境数据: 水温11–20 ℃, 透明度30–65 cm, pH 7.62–8.70, 溶解氧0.23–4.76 mg/L。

该种常发生在淡水湖泊、池塘或微咸水体中, 为浮游种类。目前已知出现在波罗的海区域、中欧、南非(Komárek & Anagnostidis, 1999)。德国柏林的Wannsee湖的*M. botrys*细胞直径4.9–6.1 μm, 平均为5.1 μm, 群体直径达200–1960 μm, 平均为750 μm (Kurmayer et al., 2002), 这与本文的*M. botrys*大小没有差异。Lorena等(2004)报道采自澳大利亚(Holzöstersee)、捷克(Brno Reservoir)、丹麦(Lake Frederiksborg)、德国(Mueggelsee, Wannsee)、芬兰(Lake Tuusulanjärvi)、意大利(Lake Arancio, Sicily)、荷兰(t Joppe, Zegerplas)、葡萄牙(City Park Pond)和英国(Balgavies, Dundee, Rescobie)等9个国家13个水体的*M. botrys*细胞直径4.9–7.0 μm (In Systematic and Applied Microbiology 27: 597, fig. 1: C. 2004), 也与本文的*M. botrys*大小以及形态没有差异。

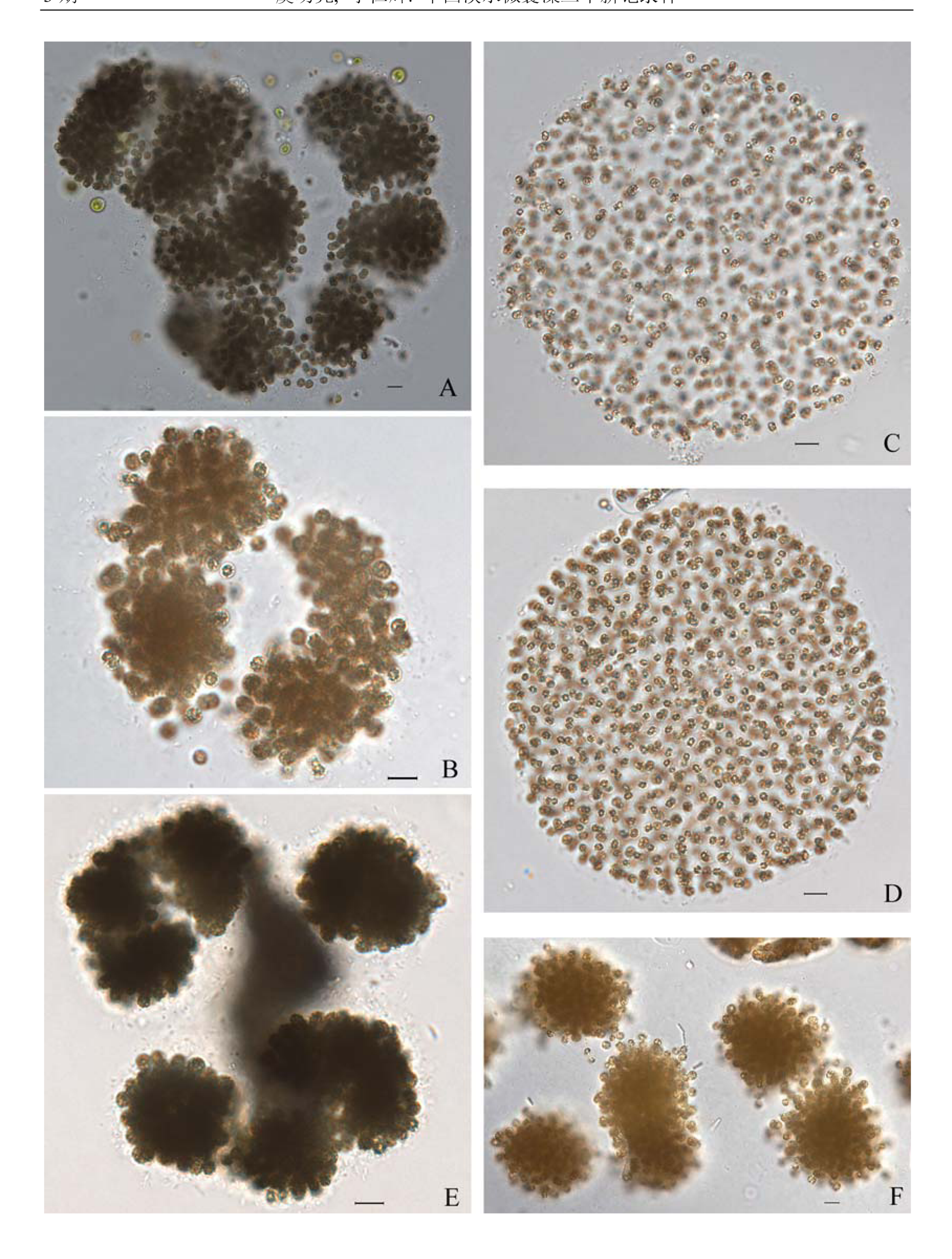
分布: 中国云南(滇池)、湖北(武昌)、北京(护城河和北海)、浙江(杭州、绍兴), 德国(柏林Lake Wannsee、Mueggelsee), 波罗的海区域, 澳大利亚(Holzöstersee), 捷克(Brno Reservoir), 丹麦(Lake Frederiksborg), 芬兰(Lake Tuusulanjärvi), 意大利(Lake Arancio, Sicily), 荷兰(Joppe, Zegerplas), 葡萄牙(City Park Pond) 和英国(Balgavies、Dundee、Rescobie)。

放射微囊藻、挪氏微囊藻以及史密斯微囊藻最大的区别在于细胞排列的紧密程度, 放射微囊藻的细胞排列要明显紧密, 而挪氏微囊藻排列不十分紧密, 要稍微稀疏一些,

→

图1 A, B. 挪氏微囊藻 **A.** 2006年2月14日采集于云南滇池。**B.** 2006年5月16日采集于武汉关桥鱼池。 **C, D.** 史密斯微囊藻。 **C.** 2006年3月24日采集于云南滇池边鱼池。**D.** 2006年8月25日采集于武汉南湖边鱼池。 **E, F.** 放射微囊藻。 **E.** 2006年6月29日采集于云南滇池边鱼池。**F.** 2006年4月5日采集于武汉关桥鱼池。

Fig. 1. A, B, *Microcystis novacekii* (Komárek) Compère 1974. **A,** Collected in the Dianchi Lake, Yunnan Province on 14 February 2006. **B,** Collected in the rearing pond near Guanqiao, Wuhan on 16 May 2006. **C, D,** *Microcystis smithii* Komárek & Anagnostidis 1995. **C,** Collected in a pond near the Dianchi Lake, Yunnan Province on 24 March 2006. **D,** Collected in the pond near the Nanhu Lake in Wuhan on 25 August 2006. **E, F,** *Microcystis botrys* Teiling 1942. **E,** Collected in a pond near the Dianchi Lake, Yunnan Province on 29 Month 2006. **F,** Collected in the rearing pond near Guanqiao, Wuhan on 5 April 2006.
Scale bar=10 μm.


A
B
C
D
E
F

史密斯微囊藻则更稀疏，其细胞间距远超过了细胞的直径；此外在细胞颜色上，挪氏微囊藻为深色，而放射微囊藻和史密斯微囊藻为浅色。上述3种与其他形态相近的常见微囊藻(如铜绿微囊藻和水华微囊藻)的区别，主要是在细胞的大小以及群体的形态上。这3个新记录种的细胞大小介于铜绿微囊藻和水华微囊藻之间，其群体形态基本为球形或不规则球形，没有穿孔或分枝状，而且放射微囊藻及部分挪氏微囊藻的细胞呈放射状排列，其他微囊藻没有该现象。

参 考 文 献

Chu H-J (朱浩然). 1991. Flora Algarum Sinicarum Aquae Dulcis. Tomus II. Chroococcophyceae (中国淡水藻志 • 第二卷 • 色球藻纲). Beijing: Science Press. 11–23.

Desikachary T V. 1959. Cyanophyta. New Delhi: Indian Council of Agriculture Research. 81–132.

Geitler L. 1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst L ed. Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. 14: 130–159.

He J-W (何家菀), Li L-P (李络平), Yu J-L (俞家禄), Zhao Y-J (赵以军), Liu Y-D (刘永定). 1996. Preliminary studies on a Chinese new record of blue-green algae—*Microcystis wesenbegii* and its toxicity. Acta Hydrobiologica Sinica (水生生物学报) 20: 192–194.

Hindák F, Moustaka M T. 1988. Planktonic Cyanophytes of Lake Volvi, Greece. Archiv für Hydrobiologie. 80. Suppl. Algological Studies 50–53: 497–528.

Hu H-J (胡鸿钧), Li Y-Y (李尧英), Wei Y-X (魏印心), Zhu H-Z (朱惠忠), Chen J-Y (陈嘉佑), Shi Z-X (施之新). 1980. Freshwater Algae in China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 11–13.

Komárek J. 1991. A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. Archiv für Hydrobiologie. 92. Suppl. Algological Studies 64: 115–127.

Komárek J, Anagnostidis K. 1999. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. In: Ettl H, Gartner G, Heynig H, Mollenhauer D. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Ulm: Gustav Fischer. 164–190.

Kurmayer R, Dittmann E, Fastner J, Chorus I. 2002. Diversity of microcystin genes within a population of the toxic cyanobacterium *Microcystis* spp. in Lake Wannsee (Berlin, Germany). Microbial Ecology 43: 107–118.

Li R-H (李仁辉), He Z-R (何振荣), He J-W (何家菀), Li Y-Y (李尧英). 1993. Preliminary studies on a Chinese new record of blue-green algae—*Microcystis viridis* and its toxicity. Acta Hydrobiologica Sinica (水生生物学报) 17: 282–284.

Lorena V O, Fastner J, Kurmayer R, Hisbergues M, Dittmann E, Komarek J, Erhard M, Chorus I. 2004. Distribution of microcystin-producing and non-microcystin-producing *Microcystis* sp. in European freshwater bodies: Detection of microcystins and microcystin genes in individual colonies. Systematic and Applied Microbiology 27: 592–602.

Otsuka S, Suda S, Li R, Matsumoto S, Watanabe M M. 2000. Morphological variability of colonies of *Microcystis* morphospecies in culture. Journal of General and Applied Microbiology 46: 39–50.